

プラントシステムの保全計画策定に向けた包括的方法論と 原子力プラントにおける検証

— Comprehensive methodology for developing a maintenance program for plant system,
and verification on nuclear plant —

関西電力株式会社 千種 直樹 Naoki CHIGUSA Member
関西電力株式会社 土肥 伸樹 Nobuki DOHI

When developing a maintenance program to be able to provide optimal maintenance activities for a whole plant system, positive adhesion to a maintenance system in compliance with each piece of equipment, facility and degradation mode is not sufficient; it is necessary to reflect considerations about the importance of facilities and matching between failure mode and maintenance system, arrangement for renewal of system components, as well as various requirements for the plant including the design basis.

This paper proposes a practical comprehensive methodology that systematizes the factors including importance-dependent classification of equipment, sampling of potential failure modes, clarification of maintenance policy and development of operation management standard so as to satisfy the above-mentioned requirements. The authors applied this proposal to the rotating equipment that is currently used in an actual nuclear plant in order to verify the relevancy of this proposal.

KeyWords : maintenance, plant, rotating equipment

1. はじめに

プラントシステムの保全計画立案の前提条件となる保全方式には様々なものがあり、また、それぞれの方法を支える点検・診断技術もこれまで数多く提案されている。しかしながら、それらの手法、技術は、機器、設備単位での効果、性能については多く論じられているものの、プラントシステムの保全最適化という視点からの方法論についてはこれまであまり述べられていない。さらに、診断技術においてこれまで多くの提案がなされているが、これらデータについては実験室ベースのものが大半で、実際のプラントにおける検証はあまりなされてこなかった。

例えば、回転機器の保全について見れば、回転機器の稼働時間と軸受劣化の関係について提案されているものを良く見かける。しかしながら、実際のプラント

においては、回転機器は様々な運用パターンがあり、常時運転しているものもあれば、非常用ないしは切替え用として待機時間が長いものもある。従って、単純に稼働時間のみを劣化基準に取り込み、機器が止まつていれば稼働時間をゼロとし、動いている時間のみで計算することだけでは実践的ではなく、例えば起動毎に振動を測定しその傾向を把握する等、これら運用状態を加味した方法論でなければならない。

ここでは、保全方法選択上の問題点を抽出し、信頼性マキシマムとコストミニマムの同時達成を目指した、プラントシステムの実践的な保全計画策定に向けた包括的方法論を提案するとともに、一般産業分野の調査で重要度の高い機器であり、保全技術上の難易度が高いとされている回転機器^[1]を例に適用し、さらにそれらの方法について原子力発電プラントにおいて検証を試みる。

2. 保全方式選択上の問題点

保全計画を立てていく上で、種々の機器、設備、劣化モードなどに応じた保全方式が適切にとられることが重要である。しかしながら巨大なプラントシステムを維持していく上では、機器単体に注目しているだけでは不十分であり、プラントシステム全体として最適な保全活動となるようにするには、プラントの諸条件を加味して適切に保全方式を選択することが必要である。そこで以下に保全方式選択上の問題点について分析する。

(a) 設備重要度

保全方式を決める際には、信頼性維持の観点から、その機器がシステム全体の中でどのような重要度を持っているか、その程度に応じて決定することが望ましい。しかしながら、システムが巨大化してくると、個々の機器がシステム上どのような重要度を持ち、その程度に応じてどのような保全方式を探るかといった保全計画を立案することは必ずしも容易ではなく、これまで、現実には一律的な時間計画保全が採られることが多く、保全の程度が、設備、機器の重要度と必ずしも合致していない場合がある。

(b) 故障モードと保全方式のミスマッチ

システムの保全を最適に行っていくには、故障モードと保全方式が適切に組み合わされている必要がある。しかしながら、現実には一律的な保全計画により、最適な組み合わせがなされておらず、冗長な保全が継続しているケースが多い。例えば部品の取替えという面から、考察すると、定期点検で機器を分解する保全方式を探っている場合、消耗品の適切な取替え時期と分解点検の実施時期とが連動していれば最適であるが、実際は分解点検時に一斉取替えを行い、部品のMTBF、MTTFといったデータが有効に活かされにくいという問題がある。

次に、想定される故障が偶発的なものであれば、それらに対し点検で予防を図ることは不毛である。従ってこれらの偶発故障に対しては、設計上の手当を行う等して、点検とは別の保全の手段を探る必要がある。

以上、故障モード、保全方式の観点から総合的に分析し、システムの保全計画を立案することが重要であるのに対し、現実には、体系立ったシステムの保全計画が十分にはなされておらず、保全を高度化していく

上ではこれらの問題を分析し、解決していくことが必要であることを述べた。

(c) システムと構成要素の経年数の違い

プラントシステムは多くの構成要素でできており、プラントの寿命と個別構成要素としての機器、装置の寿命とは必ずしも一致していない。老朽化した機器は取り替えればよいし、取り替えた機器をプラント経年数との関連で保全計画を立てることも合理的でない。プラントシステムが巨大化すると、その構成要素の数も膨大になるため、システムの時間計画保全計画を立てるときには、現実これらの取り替えられた設備も、古い他の構成要素も同じ時間で保全されている場合がある。

また、取替えを行う際には、改良機器を設置する場合がある。この様な場合には、設計改善がなされており、旧設備より効率的に点検することも可能であり、保全を最適化する観点からはそれらの要素を勘案して、従来機器とは違った保全計画を立てることが必要である。

(d) 設計根拠の保全計画への不十分な反映

潜在故障モードを抽出し、保全計画を立てる際には、個々のプラント構成機器の設計を踏まえて抽出することが必要である。例えばポンプの主軸であれば温度急変及び遠心力による羽根車の抜け出し防止として主軸と羽根車は焼きばめにより取り付けられている。そのため主軸曲げ応力と焼きばめ面圧の関係でフレッティング疲労が発生する可能性があると判断され、こうした設計上想定される劣化モードに適した合理的な点検を実施することが重要である。

3. 包括的方法論のモデル化

最適な保全業務を展開するには論理立った方法論が必要である。この方法論のパートの一つである保全方式決定に関する論理フローを図-1に示す。保全方針の決定に際しては、計画立案者毎で異なることを避けるため方針決定の指針を明確にしておくことが重要であり、下記の項目を判別要素としてさらにロジックツリーを作成しておくこととした。

- ・傾向管理が可能か
- ・設備重要度（安全面、生産能力面）
- ・故障・劣化進展の有無
- ・予備機器の有無

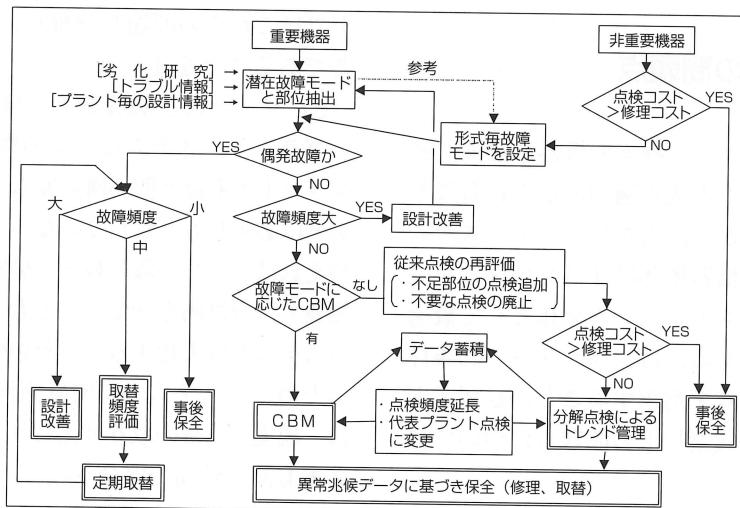


図-1 保全方針決定のための論理フロー

- ・作業による故障劣化の可能性の有無
- ・設計上の寿命評価の有無
- ・過去の不具合の有無
- 等

プラントシステムは膨大な数の機器で構成されているため、まず設備の重要度に応じた保全を展開することが重要であり、保全計画もここから始める必要がある。次に機器を部品レベルに展開した上で、部品毎に

過去の経年劣化研究成果、トラブル情報、設計上の想定劣化モード等を参考に潜在故障モードを抽出する。

そして部位毎の故障モードに対して保全方式選定の考え方及び供用期間中の点検の必要性を評価し、保全方針を整理する。さらに、これらの保全方針を実際に運用管理していくための基準を作成する。最後に、基準によって決められた保全方法を実践していくための管理方法を定める。これらの包括的な方法論をモデル化したものを図-2に示した。

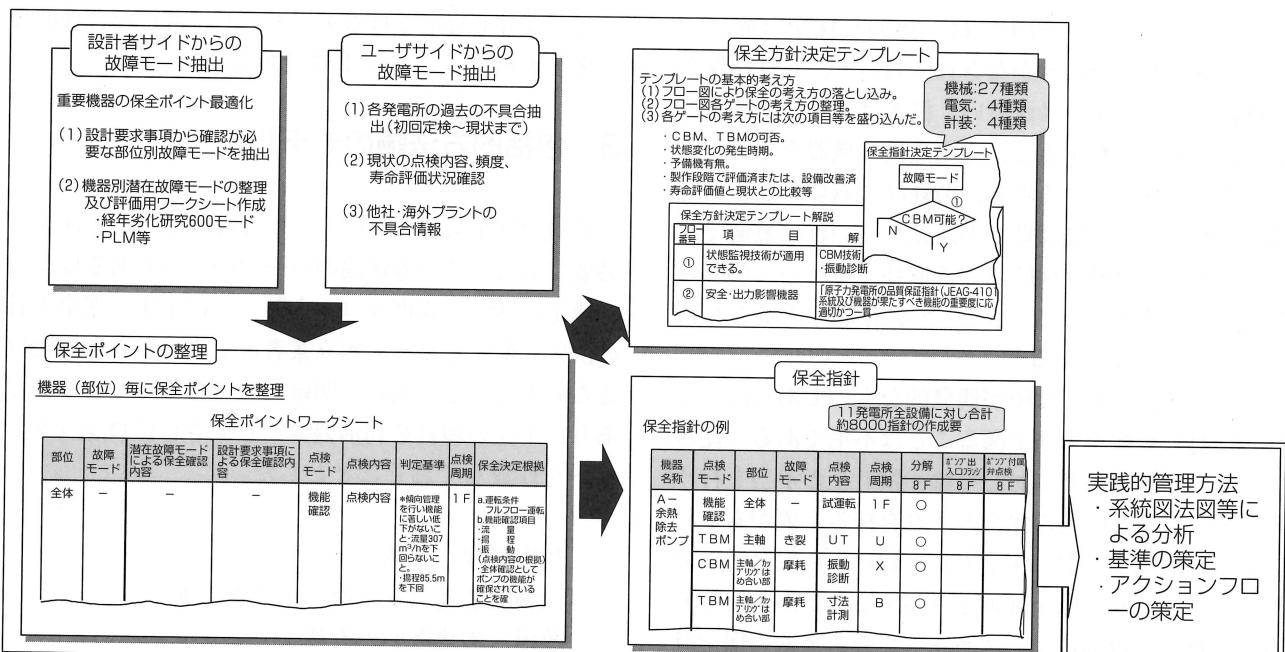


図-2 保全計画策定に向けた包括的方法論

4. 回転機器設備への包括的方法論の展開

実プラントの回転機器の保全を例にとり、具体的に実践的保全の方法論を展開する。

(1) 故障モードと保全方式

ポンプを例にとり、機器の部品毎の故障モードとそれに応じた保全方式を示す。

ウェアリング部については、劣化モードは摩耗であり、それは進展速度の遅い経年劣化であることが過去の点検データから言える。従って寿命の想定が比較的容易であることから全設備に対する一律的な点検頻度を避けて、トレンド管理を踏まえて点検周期を延長するなどして行くことにより信頼性とコストミニマムが可能となる。

次にウエアリング部と同様、分解点検によらざるを得ない主軸応力集中部の疲労について考察してみると、その寿命はウエアリング部と比べ長く、ウエアリング部点検の際に液体浸透探傷検査（PT）を行うことで健全性は確保できる。

一方、軸受けの摩耗のような劣化モードについては、状態監視保全が適用でき、振動監視、潤滑油分析等により摩耗の兆候を管理することが可能であり、その兆候が認められた段階で分解点検を行うこととなる。

また、メカニカルシールについてはノーズの摩耗による限定流量の漏洩が想定されるが、これについては漏れの兆候が認められた段階で取り替えを実施する事

後保全方式を選択することができる。

このように、機器の部位、劣化モードによって最適な保全方式を選択し、保全計画を立てることが実践的な保全方法の重要なポイントである。

(2) 保全方式決定のためのロジックツリー

図-3にポンプを例に具体的な保全方式決定のためのロジックツリーを示す。前項で述べてきたようにポンプの各部位別故障モードに対し、一般性をもたせるために保全方式選択の考え方を論理フロー図へ落とし込んだ。さらに、フロー図作成のために各ゲートの考え方を整理した。例えば軸受のような状態監視保全を適用できる部位については、軸受が故障した場合に想定されるプラントの安全、出力影響度合や予備機の有無から測定間隔を決定する。ウェアリング部の摩耗等状態監視保全技術が適用できないものについては劣化の進展性、設計製作段階での評価、トラブル事例の有無等から管理不要とするのか、トレンド管理とするのか等容易に保全の方法を決定できるようにすることが重要である。

(3) 保全ポイントの整理

どういう部位についてどういう点検を行うのか保全の指針を明確にする上で、想定される故障モードについて、もれなくピックアップしておくことが重要である。これを実践するために設備の設計者サイドからの故障モードの抽出とユーザサイドからの故障モードの抽出を

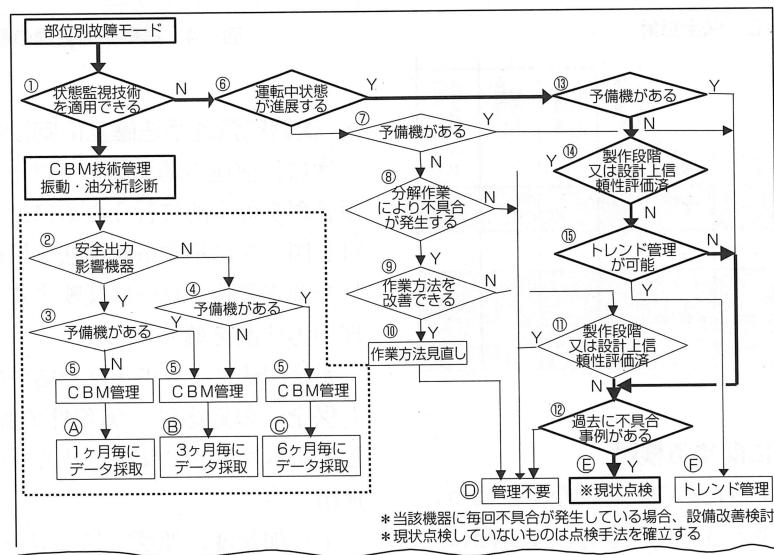


図-3 保全方式決定のためのロジックツリー

行う。設計者サイドからの抽出では、機器の設計要求事項から供用期間中に確認すべき故障モードを部位毎に洗い出し、さらに経年劣化研究等の検討項目として抽出した故障モードを整理していく。ユーザサイドからの抽出では自社のプラントや他社、海外の不具合情報をもとに故障モードを抽出していく。このようにして設計者の観点、ユーザー側の観点から見た保全手法の融合を図っていくことが重要である。表-1にポンプを対象とした保全ポイントワークシートを示す。

表-1 保全ポイントの整理

系統	機器名	安全クラス	出力影響クラス	部位	潜在故障モードによる保全		設計要求 (確認機能)	
					故障モード(劣化モード)	確認内容(項目、実施時期、寿命評価)		
R HRS	余熱除去ポンプ(横置きず巻式)	MS-1	R2	1.エンジニア 伝達サブシステム ○主軸	亀裂	運転中振動監視を行っており、主軸に大きな損傷があれば振動増加による検知が出来るものの、微小な損傷等では検知が出来ない。 フレッティング疲労については、主軸曲げ応力が低く、フランクリン60年においてフレッティング疲労限を下回り問題ない。 当該部は通常の非点検箇所であり、羽根車を取り外さずに検査する方法は、現在UT検査のみである。 尚、本ポンプは振動監視を行っており振動値が増加した場合、常駐検査官への説明を行う必要がある。 この為、振動が増加する要因については、今後共管理する必要がある。 (確認項目) UT検査(C)	主軸曲げ応力と焼け止め面の関係でフレッティング疲労が発生した事例があることにより、主軸健全性(有意な欠陥有無)の確認を行う。	主軸には刃板、当該部材検査する方法また主軸は通常の非点検箇所(ワースステップ)においては、面からのUT分解時に合っている。(確認項目) UT(判定基準)(C)(注)各プロセス応力を行

(4) 保全指針の作成

次に(3)の状態監視保全、あるいは時間計画保全で管理要となったもののみを保全区分、部位別に整理する。加えて点検内容、判断基準と周期、及びそれぞれの決定根拠を明確に記載し、保全計画を立案するための指針を定める。表-2に一例を示す。

表-2 保全指針

No	保全単位	点検モード	部位	故障モード	点検内容	点検周期	作業項目		
							A (CBM) 日常点検	B (試運転) 機能確認他	C 開ケイング 点検
0	本体	機能確認	—	—	試運転	1F		○	
1	本体	TBM	主軸	き裂	UT	OU			○
2	本体	CBM	主軸/カップリングはめ合 い部(ギアタ イプ/ダイア フラムタイプ)	摩耗	振動診断	OX	○		

(5) 実践的管理方法に関する検討

以上保全方法を決定するための論理的な手法について述べてきた。次に、決定された保全方法で実際に点検していくことになるが、この場合においても効率的

な手法を確立しておくことが望まれる。ここでは回転機器の主要な保全方法である状態監視保全を例により実践的管理手法について提案する。

a. 基本的な診断システム

振動診断により回転機器保全業務を行う基本的な業務フローを図-4に示す。

診断は設備の状態を迅速に効率よく検知し、正常か異常かをチェックする簡易診断測定をまず最初に行い、その結果異常があれば異常の位置や原因を診断する精密診断測定を実施し、監視の強化か補修を行うという手順を基本的な業務フローとして設定する。この簡易診断と精密診断を組み合わせる方法は一般的に用いられている方法である。^[2]

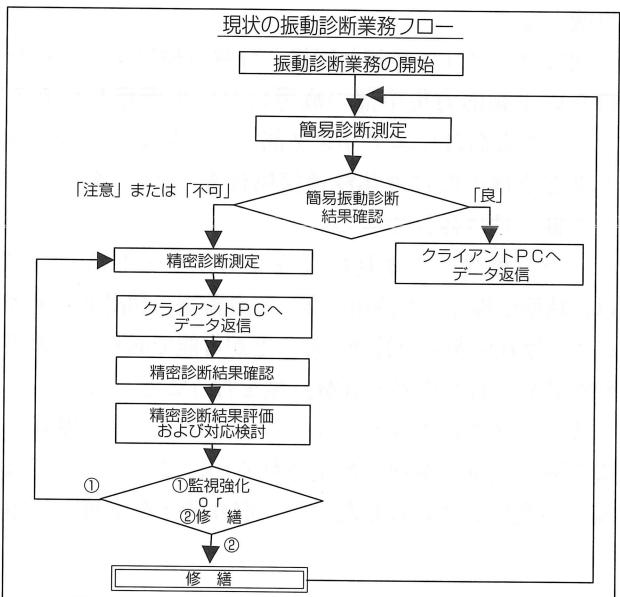


図-4 振動診断管理の基本業務フロー

b. 実践的管理手法確立に向けた検討

次に、前述の基本業務フローをもとに振動診断の運用管理を効率的に行うために、実践的管理に必要な項目を図-5に示す系統図法を用いて抽出し、それら項目を基本業務フローに反映することにより振動診断管理の方法論を確立する。

系統図法により得られた結果について効果、プラント保全への適応性、実現性の観点から総合的に評価し、基本フローに反映させるものとして下記の項目を抽出した。

- i) 加速度、速度毎にフローを分ける
- ii) 振動原因(軸受傷、軸受傷以外、不明等)

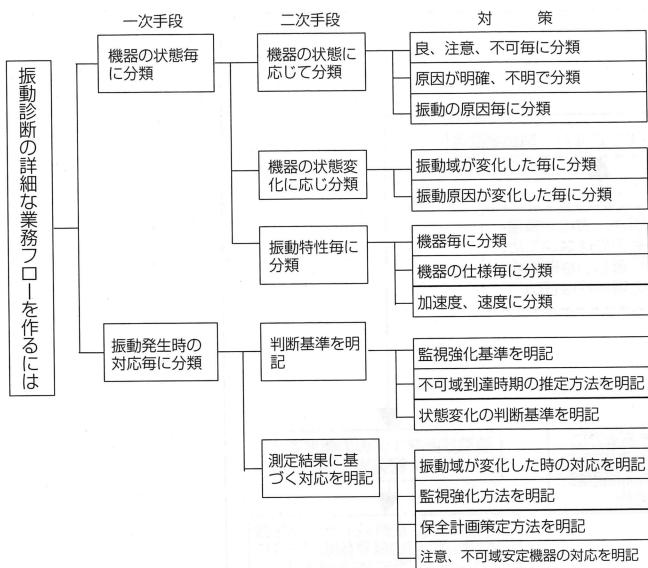


図-5 実践的管理に必要な項目の抽出

毎に場合分けする

- iii) 振動状態変化の判断基準を 2σ 管理する
- iv) 監視強化方法、保全計画策定方法を具体的に記載する
- v) 注意、不可域安定機器の対応を明記する

次に、上記の項目について更に実践的な方法論の展開を下記の通り試みた。

i) 加速度、速度毎にフローを分ける。

回転機器の異常の判定は加速度と速度の2つのパラメータで診断している。加速度成分は軸受損傷（外輪傷、内輪傷、保持器傷）による高周波成分の振動に対

する感度が良い。また、速度成分はアンバランス、ミスマライメント等による低周波成分の振動感度が良いことから図-7に示すように各々に適した判定フローを設けた。

ii) 振動原因毎にフローを分ける。

グランドパッキンのこすれや電磁振動については振動原因が劣化や損傷によるものではないため、基本的に著しい経時的振動上昇の可能性は低いと考えられる。従って、着目している軸受けの傷が原因とされる振動とは判定フローを別にした。（図-8）

ここで、振動が注意、不可域にあるものの中には振動診断装置による単純な測定では、振動原因を特定できない場合がある。このような場合にはその後の管理方法を定めるためにまず振動原因を究明することが大切である。従って実践的な管理を行うためにこのフローとは別に原因究明方法について定めることとした。以下に振動原因特定のための具体的な方法を述べる。

①振動速度原因不明機器に対する原因究明アプローチ ・振動モードと振動原因

速度の振動発生原因についてポンプの場合を図-8に、モータについて図-9にFT図を示す。

速度の振動発生原因としては、機器自体の振動と外的振動の2つに分けられる。ここで重要なことは、プラントシステムを構成する回転機器は接続されている系統や機器との相互影響があることを忘れてはならないということである。したがって、機器自体の振動に

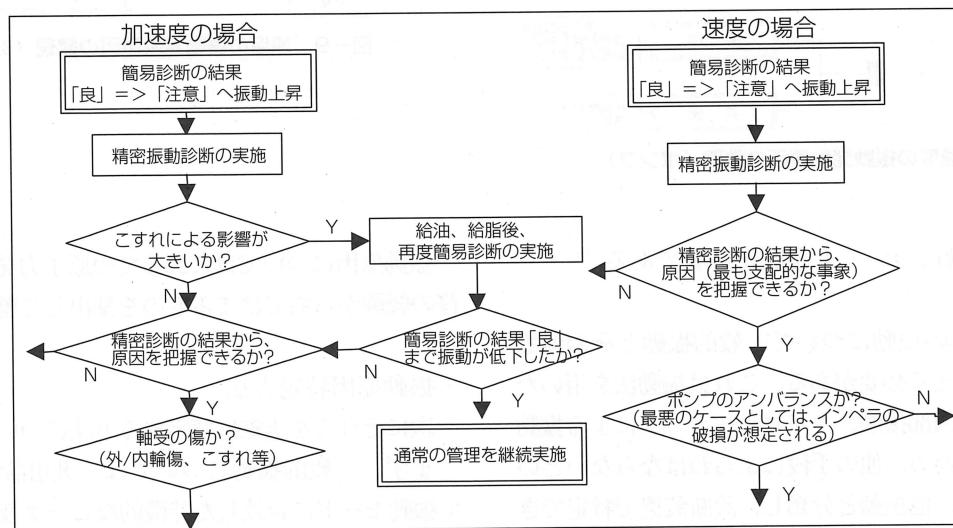


図-6 加速度と速度の区分ゲート

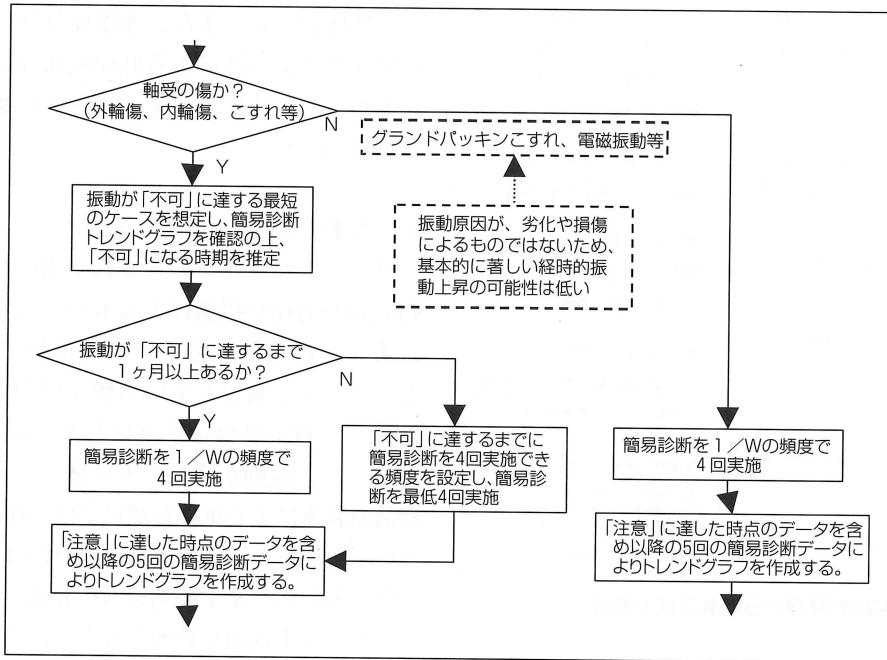


図-7 振動原因別ゲート

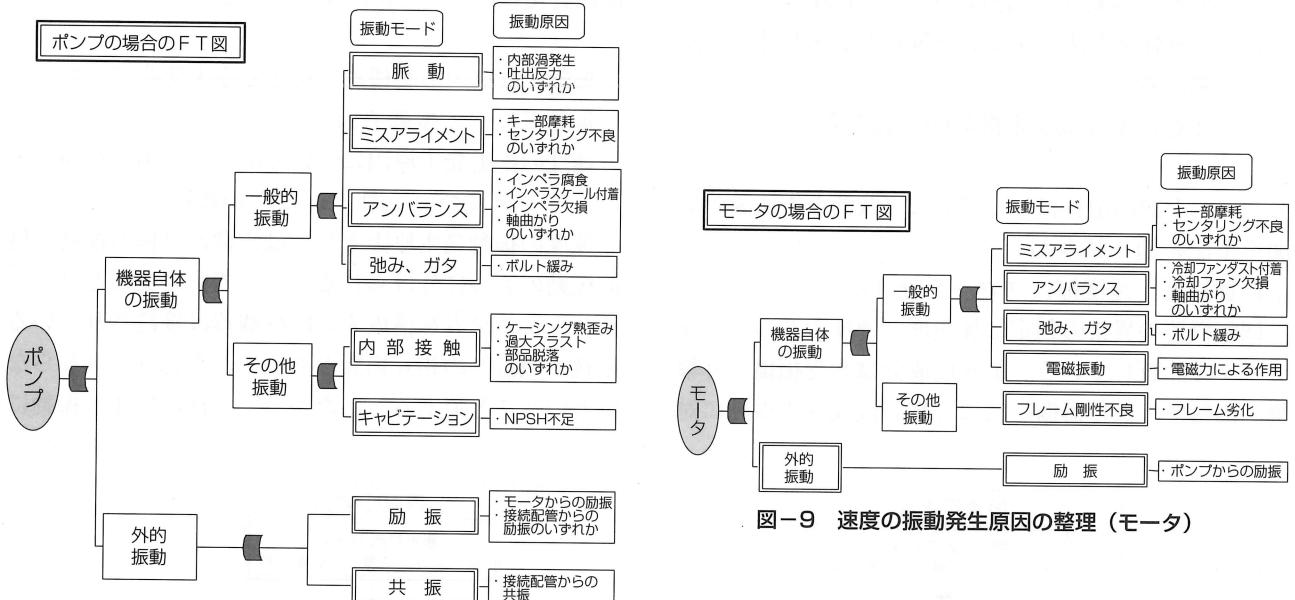


図-8 速度の振動発生原因の整理 (ポンプ)

加え、外的振動についても考慮が必要である。^[3]

次に機器自体の振動について一般的振動とその他振動とに分けて考える必要がある。これは振動法を用いた診断装置では、内部接触、キャビテーションによる振動が特定できないため、他の手段によらねばならないということから、その他振動と分類し、診断装置で特定できる一般的振動とは別の振動モードがあるためである。

振動原因についてはこれまでの原子力発電プラント保修の経験からあてはまるものを抽出して整理している。

・振動原因特定方法

次にそれらを実際に特定する方法について考察する。

まず、一般的振動については、汎用診断装置を用いて振動モードに合致した特徴的なピーク及び周期性を確認することで振動原因を特定することが可能となる。

また、その他振動モードの内部接触、キャビテーションについては、汎用診断装置では特定が不可能であるが、運転中の監視パラメータ及び異音等により原因を特定することが可能である。

これら機器自体の振動については、汎用診断装置、運転パラメータ、異音等を分析することで原因を特定することは一般的に取られる方法であるが、プラントシステムを診断するには外的振動についても対象とする必要があるが、これらについてはこれまで数多くの機器を対象とする場合には一般的に行われてこなかった。そこで、以下に対象機器が多くても比較的容易にできる手法の適用性について検討した。

・外的振動要因の原因調査方法（原因調査方法の検討）

ポンプ、モータの場合、FT図でも示したように、外的振動要因は励振と共振がある。ポンプまたはモータからの励振については「ポンプもしくはモータからの振動影響調査」かモーダル解析の2つの方法が考えられる。また配管からの励振、共振については、タッピング（ポンプ固有振動及び配管振動計）とモーダル解析が考えられる。これらの手法を実際のプラントにおいて適用していく場合、信頼性、実現性、コストの面から総合的に判断していくことが要求され、ポンプまたはモータからの励振については「ポンプもしくはモータからの振動影響調査」を適用し、配管からの励振、共振については、「タッピング」が適当であると判断される。

② 振動加速度不明機器に対する原因究明アプローチ ・加速度の原因

図-10にポンプ、モータの場合のFT図を示す。

これら振動モードは全て汎用診断装置にて波形の特徴的なピーク及び周期性を確認することができるモードであり、加速度については、この方法のみでよいはずである。しかし、実際の精密診断の実績では、軸受傷に起因する特徴的なピーク及び周期性との微妙なズレにより原因が特定しきれないものが発生する場合があり、これらの振動診断の補完方法について以下の通り検討した。

・診断装置の補完手法

軸受傷の有無を確認できる方法として、潤滑油分析、アコースティックエミッション（AE）、超音波試験が代表的である。このうち潤滑油による診断法は振動診断との組み合わせや単独で使用され、定着している。^[3] 実プラントへの適用にあたっては、信頼性、実現性、コストの面から総合的に評価し、補完手法としては油分析法が最適であると判断され、この手法を振動法による診断の補完方法として定めた。

その他、

- iii) 振動状態変化の判断基準を明確化
- iv) 監視強化方法、保全計画策定方法を明確化
- v) 注意、不可用安定機器の対応を明確化

を判定フローに反映し、図-11に示すように実プラントにおいて効率的な振動診断を実施するための実践的管理手法モデルを構築した。

5. 包括的方法論の検証

以上、回転機器の保全計画策定のための包括的方法論について述べてきた。ここで実際の原子力発電プラ

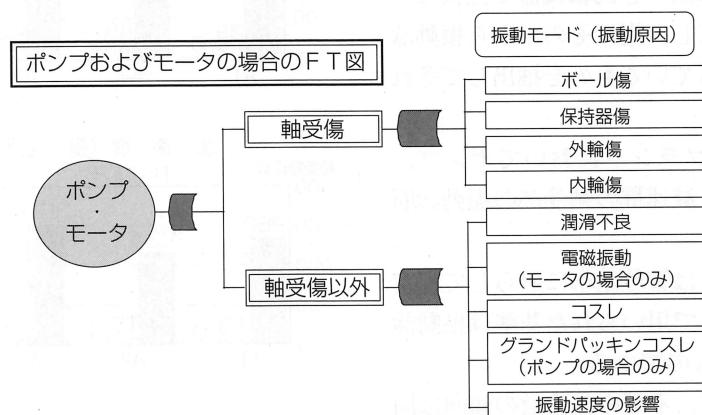


図-10 加速度の振動発生原因の整理（ポンプ及びモータの場合）

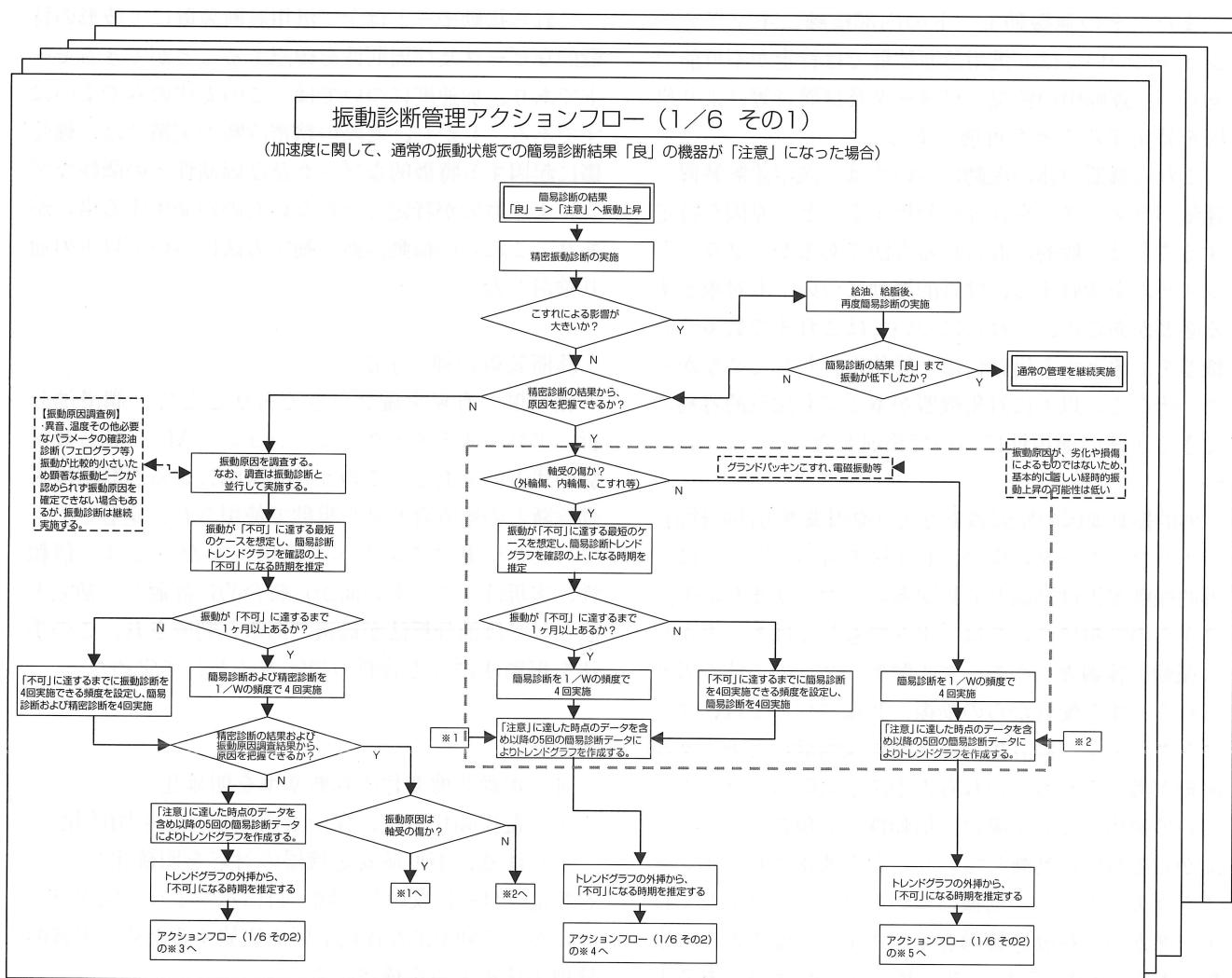


図-11 実践的管理手法モデル

ントにおける回転機器保全にこれらモデルを適用し、検証を試みることとする。

まず、保全方針決定フローと保全ポイントの整理によって得られた保全指針に基づき回転機器で点検モードがCBMのものを対象とし、更にその中から振動診断装置を用いて保全を行っているものを抽出してそれらをもとに実証を試みた。

図-12に当社の原子力プラントにおいてポンプ、モータ、ファン、圧縮機、減速機の軸受部の振動診断を行った結果を示す。

ここで、良、注意、不可は管理基準に照らして判定するカテゴリであり、ここで用いられた基準は振動診断装置メーカーが設定したものである。

速度、加速度で良、注意、不可の部位数の傾向は同じであるが、その絶対数は速度、加速度で異なる。注

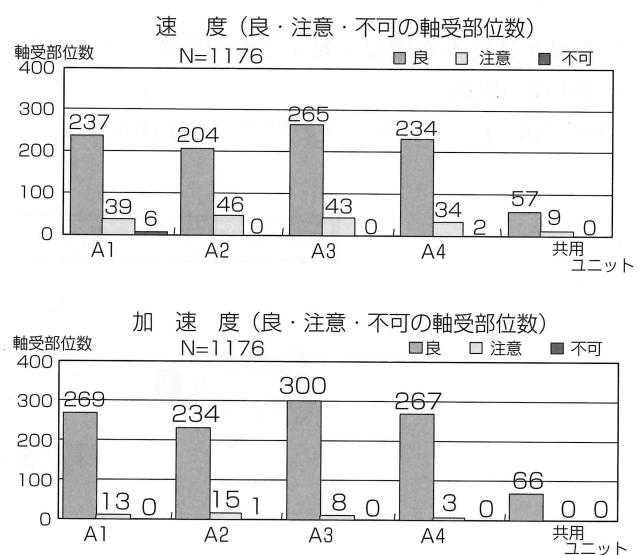


図-12 実プラントにおける振動診断結果

意、不可視にあるものについては簡易診断に加えて精密診断を実施しているが、そこには速度、加速度とともに振動原因不明であるものが存在している。

ここで用いた振動診断装置が、注目している振動モードは、ポンプでは脈動、ミスアライメント、アンバランス、弛み、ガタであり、モータではミスアライメント、アンバランス、弛み、ガタ、電磁振動であり、振動原因の診断はそれぞれの振動モードに合致した特徴的ピーク及び周期性を確認することで行われる。

のことから診断フローにおいて速度、加速度で分けて考えておく必要があることがわかる。

次に精密診断結果「原因不明」となった部位31箇所のうちポンプ10台、モータ4台を対象に原因究明方法の検証を行った結果について述べる。

i) 振動原因究明方法（速度）の検証

- ・「ポンプもしくはモータからの振動影響調査」の有効性の検証

調査の結果、対象ポンプ10台については、モータからの振動の影響を受けていなかったことから後述するタッピングにより調査することとした。

モータ4台についてポンプからの振動影響を調査した結果を表-3に示す。

表-3 モータのタッピング実施結果

機器名	軸受部位	主なピーク周波数
Aモータ	2	90
Bモータ	2	90
Cモータ	1,2	90
Dモータ	1,2	90

これらモータに接続されているポンプは豎型ポンプであり、滑り軸受を有していた。これらの場合、ポンプインペラに受ける振動は、軸を通して直接モータに伝わり、モータが振動する可能性が多いことから、ポンプインペラ羽根枚数を確認することとした。以下の評価プロセスを示す。

モータ回転数：900 rpm

インペラの羽根枚数：6枚

当該ポンプ（モータ）のIN成分：

$$900 \text{ rpm} \div 60 \text{ s} = 15 \text{ Hz}$$

したがって、

$$15 \text{ Hz} \times 6 \text{ 枚} = 90 \text{ Hz}$$

一方、表よりわかるように主なピーク周波数が90Hzであることから、この振動は上記の評価よりポンプのNZ成分（脈動）と一致し、ポンプの脈動による励振であることが判明した。

以上より、「接続されている機器（ポンプまたはモータ）からの振動影響調査」は振動速度原因調査方法として有効であることを確認した。

・タッピング法の有効性の検証

モータからの影響を受けていなかった10台のポンプについて実施した。その結果を表-4に示す。

表-4 タッピング実施結果

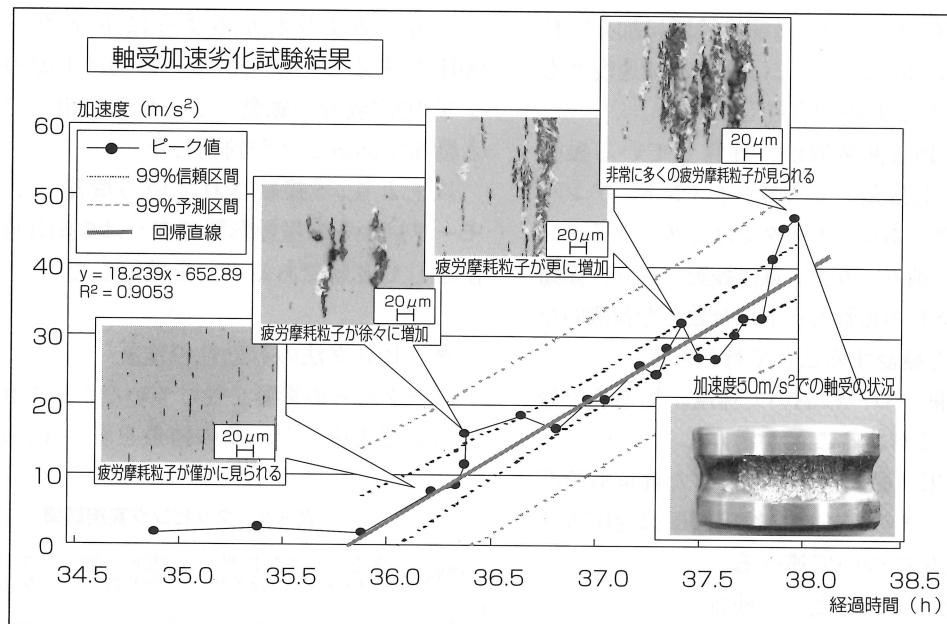
機器名	軸受部位	①主な振動ピーク周波数	②固有振動周波数	③主な配管振動周波数	結果
Aポンプ	3	364,410	365,405	365,405	共振
Bポンプ	3	183,391,489	185,390,480	190,390,480	共振
Cポンプ	3	185,428	185,430	185,430	共振
Dポンプ	3	183	185	185	共振
	4	183	185	185	共振
Eポンプ	3	342	350	345	共振
	4	342	350	345	共振
Fポンプ	3	370	365	370	共振
	4	366	360	370	共振
Gポンプ	4	489	485	485	共振
Hポンプ	4	357	365	355	共振
Iポンプ	3	244	230	245	共振
Jポンプ	3	232	225	230	共振

表からもわかるように、10台全てのポンプについて①主な振動ピーク周波数、②固有振動周波数、③主な配管振動数がほぼ一致していることがわかる。すなわち、このことから振動原因は配管からの共振と判定することができ、タッピング手法も振動速度原因調査手法として有効であることが検証された。

ii) 振動原因究明方法（加速度）の検証

次に加速度診断で原因不明とされた19件に対し原因究明方法の検証を行った結果について述べる。

検証は、19件のうち原子力発電所におけるポンプ3台5部位について行い、油分析と分解点検結果とを照合した結果、フェログラフィによる油分析結果と軸受の分解・状態観察結果とはよく一致していたことから

図-13 軸受加速劣化試験結果^[4]

本手法は有効であることがわかった。

また、軸受加速劣化試験を行った結果からも図-13に示すように振動値（加速度）の上昇とともに潤滑油中に含まれる疲労摩耗粒子の量が増加してきており、これらを捉えることにより振動診断法において軸受による劣化と明確に判断できない場合にフェログラフィ手法は軸受内部情報の検知に有効であり、振動診断の補完的位置づけで十分活用できることを確認した。

以上のことから実際のプラントで速度、加速度において振動原因が不明となっていた機器に対し、この原因究明アプローチを適用することにより原因が特定され、本手法が有効であることが確認された。

5. 結言

以上、回転機器を例にプラントの保全方針策定のためにどのような着眼点で、事象を精査し、何をどのように管理していくのか検証を交えながら述べてきた。このように保全方針を策定するには設計者とユーザー両輪で故障モードを抽出し、保全ポイントを整理し、具体的なフロー図におとしこむことが大切であり、その上でより実践的な管理手法を策定するためには、現場の実データにて検証を行い、これらをフィードバックすることが重要である。これにより信頼性マキシマムとコストミニマムが実現できるのである。コストに

関して言えば回転機器に対してCBMを適用することにより不必要的分解点検が削減され、導入前の工事費を分母に導入による工事費削減コストを分子にして評価した結果、年間約25%のコスト低減が可能となる見通しを得た。回転機器だけでなくプラント構成機器全体では機器の部位、劣化モードにあった保全方針を決定し、こうした実践的な保全モデルを構築、運用することにより、保守に関わる費用が年間5～10%低減できるとの見通しを得ている。また、コスト低減と同時に信頼性についても、個々の部位に適した点検方法、点検周期を個別に検討、決定することにより維持、向上が可能となり、近年、本手法を適用した当社プラントの高い利用率からも裏付けられる。

引用文献

1. 保全方式の決定基準等に関する調査研究、日本プラントメンテナンス協会、高田祥三
2. 振動法による設備診断、日本プラントメンテナンス協会、井上紀明
3. 回転機器の設備診断、メンテナンス 2003年春季号 No.236、坂口良昌
4. 回転機器軸受劣化診断の高度化に関する研究、関西電力(株)トライボテックス(株)共同研究

(平成16年1月26日)